



2859

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

SAH
#3

9-10-01

In re application of

Hideaki YAGI, et al.

Appln. No.: 09/818,528

Confirmation No.: 2879

Filed: March 28, 2001

For: GAS SENSOR AND GAS SENSOR UNIT

Group Art Unit: 2850

Examiner: Unassigned

1743

TONG

RECEIVED
AUG 27 2001
MAIL ROOM

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

Abraham J. Rosner
Registration No. 33,276

SUGHRUE, MION, ZINN,
MACPEAK & SEAS, PLLC
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037-3213
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: Japan 2000-090285

Date: August 24, 2001

REC
AUG 31 2001
TC 1700



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 3月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-090285

出 願 人

Applicant(s):

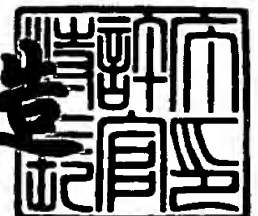
日本特殊陶業株式会社

RECEIVED
AUG 27 1 2001
TC 2600 MAIL ROOM
TC 1700

2001年 7月19日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3064361

【書類名】 特許願

【整理番号】 AX0002217N

【提出日】 平成12年 3月29日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 G01N 27/41

【発明者】

 【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式
 会社内

 【氏名】 八木 秀明

【発明者】

 【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式
 会社内

 【氏名】 齋木 猛彦

【発明者】

 【住所又は居所】 名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式
 会社内

 【氏名】 市川 圭一

【特許出願人】

 【識別番号】 000004547

 【氏名又は名称】 日本特殊陶業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100095751

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 菅原 正倫

 【電話番号】 052-212-1301

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 003388

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9714967

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガスセンサ及びそれを用いたセンサユニット

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 酸素イオン伝導性を有する固体電解質により形成された本体素子と、

多孔質金属材料により前記本体素子上に形成された陰電極及び陽電極と、

被測定雰囲気から前記陰電極に向けた被測定気体の拡散を規制する気体拡散規制部とを有し、

前記陰電極と前記陽電極との間に所定レベルの電圧を印加した状態で、酸素を構成元素とする被検出成分を含有した被測定気体を前記気体拡散規制部を介して前記陰電極と接触させることにより前記被検出成分の濃度を反映した酸素ポンプ電流が流れるようになっており、

さらに、前記拡散規制部は、被測定気体の圧力に応じて前記酸素ポンプ電流の値が変化するように前記被測定気体の拡散を規制するものであり、当該酸素ポンプ電流の値に基づいて被測定気体の圧力に関する情報を得るようにしたことを特徴とするガスセンサ。

【請求項 2】 前記陰電極を複数備えるとともに、それら陰電極の 2 以上のものを圧力異相関陰電極として、それら圧力異相関陰電極にそれぞれ対応して、出力される酸素ポンプ電流の圧力依存性が互いに異なるものとなるように気体拡散抵抗の調整された気体拡散規制部を設け、各圧力異相関陰電極から出力される酸素ポンプ電流値に基づいて、前記被測定気体の圧力情報を生成する請求項 1 記載のガスセンサ。

【請求項 3】 各圧力異相関陰電極から出力される酸素ポンプ電流値に基づいて、前記被測定気体の圧力情報とともに、該被測定気体の酸素濃度情報を得る請求項 2 記載のガスセンサ。

【請求項 4】 前記各圧力異相関陰電極として、第一陰電極と、それよりも出力酸素ポンプ電流値の圧力依存性の大きい第二陰電極とを含み、それら第一陰電極及び第二陰電極の出力酸素ポンプ電流値の差を前記圧力情報として出力する請求項 2 又は 3 に記載のガスセンサ。

【請求項 5】 前記第一陰電極の出力酸素ポンプ電流値を前記被測定気体の酸素濃度情報として出力する請求項 4 記載のガスセンサ。

【請求項 6】 前記気体拡散規制部は、自身に形成される通気孔により前記被測定気体を前記陰電極に導くように形成され、当該通気孔の口径に応じて前記被測定気体に対する拡散能が調整されたものである請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載のガスセンサ。

【請求項 7】 前記複数の陰電極に対して、前記陽電極が共通化されている請求項 2 ないし 6 のいずれかに記載の圧力センサ。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の圧力センサを備え、該圧力センサの前記圧力に関する情報に基づいて、気圧及び／又は高度に関する情報を生成・出力することを特徴とするセンサユニット。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する分野】

本発明は、ガスセンサ及びそれを用いたセンサユニットに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来より、被測定気体中の酸素や水蒸気の濃度を検出するために限界電流式ガスセンサが使用されている。限界電流式ガスセンサは、酸素イオン伝導性固体電解質上に多孔質電極で構成された陰電極と陽電極とを設けるとともに、陰電極に対しては小孔をあけた覆いや多孔質体等で構成された拡散律速部（拡散規制部）を設け、それによって被測定雰囲気から陰電極へ向かう気体の拡散を規制するようにした構成を有する。例えば、被測定雰囲気中の気体に酸素が含まれている場合、該酸素は拡散律速部を通して陰電極に到達する。ここで、陰電極と陽電極との間に適当なレベルの電圧を印加しておけば、陰電極上で解離された酸素が酸素イオンとなって固体電解質中を陽電極に向けて流れるが、この時の電流値（いわゆるポンプ電流値）は拡散律速部を通過する酸素の拡散速度が律速となってある値（すなわち限界電流値）に飽和する。そして、この限界電流値が気体中の酸素濃度にほぼ比例することが知られている。

【 0 0 0 3 】

この場合、測定可能な成分としては分子状の酸素だけでなく、例えば水（水蒸気）など分子中に酸素原子を含有しているものであれば、その分子の電気分解が生ずるレベルまで電極間の印加電圧を高めることで、同様に限界電流を生じさせることができ、その濃度を測定することができる。そのため、限界電流式ガスセンサは、酸素濃度測定のみならず、例えばボイラ等の汎用内燃機関で生ずる排気ガス中の水蒸気濃度（あるいは分圧）の測定用等にも広く用いられている。しかしながら、このようなセンサを利用して気圧、高度等を測定する技術については提供されておらず、それについての示唆もされていない。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の解決すべき課題は、被測定気体の圧力を検出可能とするガスセンサ及びそのガスセンサを用いて気圧、高度等の情報を出力するセンサユニットを提供することにある。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段及び作用・効果】

上記のような課題を解決するために本発明は、
酸素イオン伝導性を有する固体電解質により形成された本体素子と、
多孔質金属材料により本体素子上に形成された陰電極及び陽電極と、
被測定雰囲気から陰電極に向けた被測定気体の拡散を規制する気体拡散規制部とを有し、

陰電極と陽電極との間に所定レベルの電圧を印加した状態で、酸素を構成元素とする被検出成分を含有した被測定気体を気体拡散規制部を介して陰電極と接触させることにより被検出成分の濃度を反映した酸素ポンプ電流が流れるようになり、

さらに、拡散規制部は、被測定気体の圧力に応じて酸素ポンプ電流の値が変化するように被測定気体の拡散を規制するものであり、
当該酸素ポンプ電流の値に基づいて被測定気体の圧力に関する情報を得るようにしたことを特徴とするガスセンサを提供する。

【 0 0 0 6 】

このように、被測定気体の圧力に応じて、酸素ポンプ電流の値が変化するように被測定気体の拡散を規制する拡散規制部を設けることで生じる酸素ポンプ電流値は被測定気体の圧力を反映した情報となり、その酸素ポンプ電流の値に基づいて被測定気体の圧力に関する情報を得ることができる。即ち、酸素ポンプ電流の値は酸素濃度及び測定圧力の2変数をパラメータとする変数とみなすことができ、特に、大気のように酸素濃度が既知の場合（即ち、酸素濃度パラメータを既知定数とみなせる場合）、生じる酸素ポンプ電流値は被測定気体の圧力を反映するものとなるため、その電流値を検出することにより被測定気体の圧力値を得ることができる。

【 0 0 0 7 】

さらに、本発明は陰電極を複数備えるとともに、それら陰電極の2以上のものを圧力異相関陰電極として、それら圧力異相関陰電極にそれぞれ対応して、出力される酸素ポンプ電流の圧力依存性が互いに異なるものとなるように気体拡散抵抗の調整された気体拡散規制部を設け、各圧力異相関陰電極から出力される酸素ポンプ電流値に基づいて、被測定気体の圧力情報を得るようにできる。

【 0 0 0 8 】

これにより、被測定気体の酸素濃度が変動する場合においても被測定気体の圧力を正確に測定できることとなる。即ち、圧力異相関陰電極が2以上備えられるため、被測定気体における酸素濃度及び測定圧力の2未知数をパラメータとする出力値が2以上得られることとなり、酸素濃度が未知の場合においても圧力値を得ることができる。

【 0 0 0 9 】

具体的には、例えば、前記各圧力異相関陰電極として、第一陰電極と、それよりも出力酸素ポンプ電流値の圧力依存性の大きい第二陰電極とを含み、それら第一陰電極及び第二陰電極の出力酸素ポンプ電流値の差を前記圧力情報として出力するようにできる。そして、前記気体拡散規制部を、自身に形成される通気孔により前記被測定気体を前記陰電極に導くように形成し、当該通気孔の口径に応じて前記被測定気体に対する拡散能が調整されるようにできる。

【 0 0 1 0 】

通気孔の口径がガス分子の平均自由行路よりも十分に大きな孔であればガスの拡散は自由拡散が支配的となりガス圧力への依存が極めて小さい拡散となる。一方、通気孔の口径がガス分子の平均自由行路よりも十分小さい孔の大きさであれば孔内はクヌーセン拡散が支配的となり、ガスの圧力に大きく依存した出力が得られることとなる。その場合、口径ごとに圧力に対する依存度が異なり、各口径に対応して固有の拡散能を有することとなる。そして、上記構成のように、第一陰電極及び第二陰電極にそれぞれ対応して備えられる気体拡散規制部において通気孔の口径を個々に調整することで互いの拡散能が相違した状態にセッティングでき、それぞれの拡散能に応じた電流値を得ることで酸素濃度及び圧力をパラメータとする酸素ポンプ電流値を複数得ることができる。従って、得られた複数の電流値に基づいてパラメータ値（即ち酸素濃度値、及び圧力値）を決定できる。

【 0 0 1 1 】

さらに本発明は、上記記載の圧力センサを備え、該圧力センサにて生成される前記圧力に関する情報に基づいて、気圧及び／又は高度に関する情報を生成・出力することを特徴とするセンサユニットをも提供する。これにより、気圧計、高度計等の機能を有するユニット構成とすることができ、種々の用途に使用できることとなる。

【 0 0 1 2 】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を図面に示す実施例を参照しつつ説明する。

図 1 は、本発明のガスセンサ（以下、単にセンサともいう）の一例の外観を示す斜視図であり、図 2 はその A-A 断面を示す断面図である。該センサ 1 は、板状に形成された本体素子 2、その本体素子 2 上に形成された陰電極 4 及び陽電極 5、それら陰電極 4 及び陽電極 5 に通電するための陰電極リード部 4 a 及び陽電極リード部 5 a、陰電極リード部 4 a から分岐して設けられた気体導入部 6、本体素子 2 上に積層されて上記陰電極 4、陽電極 5、リード部 4 a、5 a 及び気体導入部 6 を覆う板状の気体遮断部 3、及び本体素子 2 に対し気体遮断部 3 とは反対側から積層された板状のヒータ素子 8 等を備えている。

【0013】

本体素子2は酸素イオン伝導性を有する固体電解質により構成されている。そのような固体電解質としては、 Y_2O_3 ないし CaO を固溶させた ZrO_2 が代表的なものであるが、それ以外のアルカリ土類金属ないし希土類金属の酸化物と ZrO_2 との固溶体を使用してもよい。また、ベースとなる ZrO_2 には HfO_2 が含有されていてもよい。本実施例では、本体素子2は、例えば厚さ0.15mm、幅5mm、長さ23mmの板状に形成されているものとする。一方、気体遮断部3も同様の固体電解質により本体素子2と同幅及び同長さに形成され、本体素子2と焼成により一体化されて一体積層体が構成された検出部10を示している。ここで、検出部10の全厚は、本実施例ではおよそ0.3mmとされている。なお、図3に示すように、該気体遮断部3は、気体透過性を有さないものであれば本体素子2とは別材質のセラミックスで構成してもよく、例えば Al_2O_3 等で構成することができる。

【0014】

次に、陰電極4及び陽電極5はそれぞれPt又はPt合金の多孔質体（以下、Pt多孔質体という）により構成され、本体素子2の板面の長手方向における一方の端部側において、その幅方向に互いに隣接して配置されている。これら電極4及び5は、本実施例では厚さ約20 μm 、幅約1mm、長さ約3mmの長形状に形成されているものとする。一方、陰電極リード部4aと陽電極リード部5aとは、Pt多孔質体によりそれぞれ上記電極4、5よりも幅が細い帯状に形成され、一端側が陰電極4及び陽電極5に接続している。また、それらの他端側は、本体素子2の幅方向両縁部に沿ってそれぞれ延び、その末端部には少し広幅の端子接続部4b、5bが形成されている。そして、ここに白金線等で形成された端子部4c及び5cの各一端部が、本体素子2と気体遮断部3との間に挟み付けられた形で接続され、それぞれその他端側を検出部10の端面から突出させている。なお、陽電極5は、Pd又はPd合金の多孔質体（以下、Pd多孔質体という）で構成してもよい。

【0015】

次に、陰電極リード部4aの中間部からはPt多孔質体（あるいはPd多孔質

体)で構成された帯状の分岐部6が側方に分岐する形で形成されており、その末端は検出部10の側面に露出している。そして、この分岐部6は陰電極リード部4aとともに、上記露出する末端を気体導入部として自身に形成された通気孔により被測定気体をその拡散を規制しつつ陰電極4まで導く気体拡散規制部(あるいは拡散律速部)9を構成している。

【0016】

一方、気体遮断部3には、陽電極5に対応する位置において該陽電極5と外部とを連通させるガス出口穴7が形成されている。なおガス出口穴7は、陽電極5と外部とを連通させ、気体導入部よりも大きいものであれば、その断面形状は特に限定されない。

【0017】

また、図4に示すように、ヒータ素子8は、Al₂O₃等で構成された板状のセラミック基体21に対し、本体素子2の陰電極4及び陽電極5に対応する部分に、Pt等で構成された線状の抵抗発熱部20が埋設され、リード部22、22と、それらの末端部に接続された端子部13及び14により通電加熱され、本体素子2の陰電極4及び陽電極5に対応する部分のみを、所定のセンサ作動温度まで局部的に加熱する役割を果たす。なお、該ヒータ素子8とこれに積層された前述の検出部10とからなる本実施例のセンサ1には、その板面中央においてそれらを積層方向に貫通する通気孔15が形成されている。

【0018】

上述のようなセンサ1は、例えば次のようにして製造することができる。まず、ヒータ素子8は、焼成後に通気孔15となる穴を開けたAl₂O₃粉末のグリーンシートの上に、Ptペーストを用いて抵抗発熱部20及びリード部22、22となるパターンを印刷形成し、そのリード部パターンの末端に端子部13、14となる白金線をのせた後、同様のグリーンシートを積層し、これを焼成・一体化する。一方、検出部10は、固体電解質のグリーンシート上に陰電極4及び陽電極5となるパターンをPt又はPt合金粉末のペーストにより印刷形成し、さらにそれらのリード部4a、5bのパターンをPt粉末ペーストを用いて印刷形成する。そして、それらリード部のパターンの端部に端子部4c、5cとなる

白金線をのせた後、その上に別の固体電解質のグリーンシートを積層し、約1500℃でこれを焼成・一体化する。こうして得られたヒータ素子8と検出部10とを封着ガラスあるいは無機系接着剤等を用いて互いに接合することにより、図1に示すセンサ1が得られる。

【0019】

そして、多孔質体にて形成される気体拡散規制部9の孔部口径を100Å以上1μm以下とすることで気体拡散規制部9において被測定気体の圧力に依存した拡散（クヌーセン拡散）を生じさせることができ、これにより陰電極4は酸素濃度及び圧力をパラメータとする電流値が生成されることとなる。特に、大気のように酸素濃度が既知の場合（即ち、酸素濃度パラメータを既知定数とみなせる場合）、生じる酸素ポンプ電流値は被測定気体の圧力とほぼ一対一に対応付けることができるため、その電流値を検出することにより被測定気体の圧力値を得ることができる。なお、100Å未満であると拡散の低下により圧力変動等に対する応答性が悪くなる。また口径が1μm以上であると自由拡散が生じ易くなり拡散の圧力依存が低減するため、生成される電流値と気圧との有効な相関を得にくくなる。

【0020】

そして、気体拡散規制部9による拡散規制は、一定酸素濃度環境下にて測定した場合、被測定雰囲気圧がゲージ圧において-60KPa～0KPaの範囲にて変化したとき、ゲージ圧0KPaのときの酸素濃度値に対する検出酸素濃度の変化が10%以上となるように規制されることが望ましい。このようにすると、圧力変化に対するセンサの応答量（即ち変化電流量）が大きくなるため測定誤差を軽微なものとし、より正確な圧力値が得られることとなる。なお、本実施例においては通気孔の口径を調整することで上記酸素濃度変化が10%以上となるように拡散規制を行うことができる。

【0021】

また、図5に示されるような検出部10'を備えるようにしてもよい。なお、図5は図1とほぼ同様の構成とされるが、図1との相違点について以下に説明する。検出部10'は、図1のガスセンサとは異なる拡散能となるように気体拡散

規制部 9' が形成されている。図 5 (b) の B-B 断面図に示されるように、気体拡散規制部 9' には被測定気体が自由拡散状態にて導入されるように口径が調整されて気体導入部 6' としての通気孔 11 が形成されている。そして、通気孔 11 は気体遮断部 3 を貫通するとともに被測定気体を陰電極 4' へ誘導するように形成される。通気孔 11 の口径は $3\ \mu\text{m}$ 以上 $3000\ \mu\text{m}$ 以下の範囲にて形成できる。この範囲に形成すると、気体拡散規制部 9' において被測定気体の圧力依存の小さい拡散規制（圧力依存を無視できる拡散）となり、検出される酸素ポンプ電流値は酸素濃度とほぼ一対一に対応したものとみなすことができる。なお、 $3\ \mu\text{m}$ 未満であると、被測定気体の圧力に依存して拡散が変化するようになり、圧力を無視できなくなる。また、 $3000\ \mu\text{m}$ より大きくなると限界電流式センサとしての機能が失われ、酸素濃度に依存したポンプ電流値が得にくくなる。

【0022】

そして、図 1 及び図 5 に示されるような検出部 10 及び 10' を共に設け、図 6 に示されるようなセンサ構成を採ることができる。即ち陰電極を複数備えるとともに、それら陰電極の 2 以上のものを圧力異相関陰電極として、それら圧力異相関陰電極にそれぞれ対応して、出力される酸素ポンプ電流の圧力依存性が互いに異なるものとなるように気体拡散抵抗の調整された気体拡散規制部 9, 9' が設けられている。そして、各圧力異相関陰電極から出力される酸素ポンプ電流値に基づいて、被測定気体の圧力情報を生成する。

【0023】

具体的には、各圧力異相関陰電極として、第一陰電極 4' と、それよりも出力酸素ポンプ電流値の圧力依存性の大きい第二陰電極 4 とを含み、例えばそれら第一陰電極 4' 及び第二陰電極 4 の出力酸素ポンプ電流値の差を圧力情報として出力する構成とできる。これにより、被測定気体の酸素濃度が変動する場合においても被測定気体の圧力を正確に測定できることとなる。即ち、圧力異相関陰電極が 2 以上備えられるため、被測定気体における酸素濃度及び測定圧力の 2 未知数をパラメータとする出力値が 2 以上得られることとなり、酸素濃度が未知の場合においてもそれら出力値に基づいて圧力値を得ることができる。

【0024】

なお、各圧力異相関陰電極から出力される酸素ポンプ電流値に基づいて、被測定気体の圧力情報とともに、該被測定気体の酸素濃度情報を生成するようにできる。例えば図5のような圧力依存の少ない第一陰電極の出力酸素ポンプ電流値を被測定気体の酸素濃度情報として出力するようにできる。これにより、酸素濃度情報と圧力情報を併せて生成できることとなり有用性が増す。なお、酸素濃度検出用に使用する検出部は（本実施例では第一陰電極4'を有する検出部10'）一定酸素濃度環境下にて測定した場合、被測定雰囲気がゲージ圧において-60KPa~0KPaの範囲にて変化したとき、ゲージ圧0KPaのときの値に対する酸素濃度変化が5%以内に収まっているものを使用するのが望ましい（更に望ましくは2%以内に収まっているものが望ましい）。

【0025】

なお、本発明のガスセンサは、図8に示すように、陰電極4と陽電極5とを板状の本体素子2の両面に振り分けて形成してもよい。なお、第一陰電極4'を有する検出部10'においては、気体拡散規制部9'が、気体導入部6'となる小孔（通気孔11）を開けた覆いで構成されている。他方の第二陰電極4を有する検出部10側においては気体導入部6として多孔質体12が備えられ、被測定気体はその多孔質体12を介して第二陰電極4側に導入されることとなる。なお、多孔質体12の口径は十分な圧力依存を受ける範囲（即ち、図1における気体拡散制御部9の口径と同範囲）とすることが望ましい。

【0026】

上記センサ1の基本的な動作は以下の通りである。

まず、例えば図1に示されるようなセンサ1を被測定雰囲気中に配置し、ヒータ素子8に通電して本体素子2を所定の作動温度（活性化温度：例えば500℃）まで加熱する。被測定雰囲気中の気体（被測定気体）は、図1の気体拡散規制部9を通してその拡散が規制されつつ陰電極4に導かれる。この状態で陽電極5と陰電極4との間に所定レベルの電圧Vを印加すると、Pt多孔質体で構成された陰電極4においてその気孔に保持された酸素が解離され、その解離された酸素が陰電極4から陽電極5に向けて本体素子2の内部をポンピングされることにより、被測定気体中の酸素濃度に応じたポンプ電流を生ずる。このとき、本体素子

2は、陰電極4の近傍のみが局所加熱され、気体拡散規制部9に対応する部分は酸素イオン伝電性を示す程には加熱されないため、ポンピングの進行に伴い新たな気体が気体拡散規制部9を通過して陰電極4に供給される。このとき、気体拡散規制部9を通過する酸素通過量、即ち陰電極4への供給酸素量は被測定気体の圧力の影響を受けたものとなり、上記したように圧力に依存した酸素ポンプ電流が生成されることとなる。

【0027】

また、本発明は以下のようなシステム構成を有するセンサユニットとしてもよい。以下、図1のセンサ1を使用したセンサシステムのいくつかの構成例と、その作動について説明する。図7は、センサシステムの一例の電氣的構成を示すブロック図である。すなわち、該センサシステム50は、検出部10を備えるセンサ1（図1参照）と、マイクロプロセッサ51と、それらセンサ1とマイクロプロセッサ51とを接続する周辺回路50aとから構成されている。

【0028】

センサ1（図1）の陽電極5には電源としてのオペアンプ61が接続されている。該オペアンプ61には、D/A変換器60を介してマイクロプロセッサからの指示電圧が入力され、その指示電圧値に応じた電圧を陽電極5に印加する働きをなす。一方、センサ1の陰電極4は電流検出用の抵抗器64を介して接地されている。そして、抵抗器64の両端電圧は、周辺の抵抗器66～69とともに差動増幅器を構成するオペアンプ65に入力され、その出力がセンサ1に流れるポンプ電流情報として、A/D変換器70を介してマイクロプロセッサ51に入力されるようになっている。なお、センサ1のヒータ素子8は、図示しないヒータ電源に通電制御回路を介して接続され、前述の本体素子2がセンサ作動温度となるようにその発熱が、例えばPWM（Pulse Width Modulation）制御方式等により制御される。

【0029】

次に、マイクロプロセッサ51は、周辺回路50aとの間の出入力インターフェースとなるI/Oポート52と、これに接続されたCPU53、RAM54、ROM55等により構成されている。そのRAM54には、CPU53のワーク

エリア 5 4 a と、後述する処理において取り込まれる各種測定値のデータ、あるいは後述する制御処理の過程で生ずる各種測定値を格納するための測定値メモリ 5 4 b が形成されている。また、ROM 5 5 には、センサシステム 5 0 の被検出成分の出力値決定の演算とその出力制御を司る制御プログラムを記憶するための制御プログラム記憶部 5 5 a と、該制御プログラム 5 5 a が使用する参照情報を記憶するための参照情報記憶部 5 5 b（内容については後述する）が形成されている。そして、CPU 5 3 は、上記制御プログラムに基づいて酸素濃度決定手段、圧力決定手段及び酸素濃度及び圧力情報出力制御手段の主体として機能することとなる。

【0030】

また、I/Oポート 5 2 には、7セグメントLEDや液晶ディスプレイ等で構成された被測定気体の圧力に関する情報（例えば、気圧、高度等）を表示する圧力表示部 8 0 及び被測定気体の測定酸素濃度に関する情報（例えば、酸素濃度値等）を表示する酸素濃度表示部 8 1 が、それぞれ表示制御回路 8 2 及び 8 3 を介して接続されている。

【0031】

以下、センサシステム 5 0 の作動について、マイクロプロセッサ 5 1 の CPU 5 3 による処理の流れを主体として説明する。まず、図 1 等 に示されるセンサ 1 を被測定雰囲気中に配置し、ヒータ素子 8 に通電してこれを作動温度まで加熱する。そして、センサ 1 の両電極 4, 5 に印加する電圧レベルを、所定の電圧値に設定する。この時のポンプ電流値 I は、第一の限界電流値として被測定雰囲気中の酸素濃度及び被測定雰囲気の圧力に対応するものとなる。仮に、酸素濃度が一定である環境下にて使用する場合（例えば、大気中にて使用する場合）には、電流出力値は圧力に対応するものとなるため電流値が判明すれば、参照情報記憶部 5 5 b に格納される電流－電圧テーブル 2 0 8（図 9 参照）を参照することにより圧力値を得ることができる。テーブル 2 0 8 には定酸素濃度環境下におけるポンプ電流値と圧力値の対応付けがなされるように構成できる。例えば、大気中での使用を想定するような場合、該大気の酸素濃度におけるポンプ電流値と圧力値の対応付けがなされるようにテーブル 2 0 8 を構成すれば検出される電流値に対

応して圧力値が得られる。従って、酸素濃度が変化しない環境下においては複雑な構成を採らずに圧力測定が可能となり、例えば高度計等において有用なセンサとなる。

【0032】

また、図6のような2以上の検出部を備えたセンサ構成を採る場合には、検出部10からの入力情報に加え、検出部10'からの入力情報も併せて参照することとなる。図7のように検出部10'は周辺回路50bが接続されてI/Oポート52に接続される。周辺回路50bは周辺回路50aと同様な構成を採ることができ、検出部10'に生成される酸素ポンプ電流値を検出可能な構成となっている。

【0033】

そして、検出部10, 10'にて生成される酸素ポンプ電流に関する情報はそれぞれI/Oポート52に輸入され、それら情報に基づいて所定の演算処理を施し、被測定気体の圧力に関する情報を得ることとなる。

【0034】

検出部10, 10'にて検出された、即ち第二陰電極4及び第一陰電極4'における酸素ポンプ電流I, I'に基づき、図10に示されるような参照情報記憶部55bに記憶されるテーブル210を参照する。図10(a)及び(b)は各陰電極の生成電流に対応した形で各陰電極に導入される酸素濃度が得られるテーブル構成が採られている。例えば、第一陰電極4'における酸素ポンプ電流が被測定気体の圧力依存を受けないものとみなせる場合、第一陰電極4'における電流値と被測定気体の酸素濃度とは一対一に対応するものとみなすことができ、図10(a)に示されるテーブル210にその対応データが格納される構成とできる。従って、第一陰電極のポンプ電流値I'が定まれば被測定気体の酸素濃度値COの値を得ることができる。即ち、第一陰電極4'の出力酸素ポンプ電流値を被測定気体の酸素濃度情報として出力することのできる構成となるのである。

【0035】

また、圧力依存の大きい第二陰電極4にて生成される電流値Iは、被測定気体の圧力に依存した酸素濃度値を示したものであり、図10(b)のテーブル21

2にて第二陰電極4にて検出される酸素濃度値を得ることができる。

【0036】

図10(c)には各異相関陰電極にて得られた酸素濃度値に基づいて圧力を算出するテーブル例について示している。このテーブル214においては被測定気体の検出酸素濃度と、第一陰電極及び第二陰電極の酸素濃度差とに基づいて被測定気体の圧力値を算出する構成となっている。例えば、上記したように、第一陰電極4'にて酸素濃度測定が可能な場合（例えば、上記したように第一陰電極4'において被測定気体の圧力を無視できる場合）、第一陰電極4'における検出酸素濃度 CO_1 を被測定気体の酸素濃度とし、第二陰電極4による検出酸素濃度 CO_2 との差 ΔCO ($\Delta CO = CO_1 - CO_2$)と上記 CO_1 に基づいて被測定気体の圧力 P を得るように構成できる。なお、図10(d)に示されるように、第一陰電極4'におけるポンプ電流 I' と、第一及び第二陰電極における電流差 ΔI ($\Delta I = I' - I$)とに基づいて圧力 P を得るようにテーブルを組むこともできる。

【0037】

また、図11に示されるようなテーブル構成を採ることもできる。図11(a)のテーブル220には第一陰電極にて生成されるポンプ電流値 I' と、そのパラメータとなる被測定気体の酸素濃度 CO 及び圧力 P との対応関係がテーブル化されており、図11(b)のテーブル222には、それと同様に第二陰電極にて生成されるポンプ電流 I と被測定気体の酸素濃度 CO 及び圧力 P との対応関係がテーブル化されている。これらテーブル220、222により電流値 I' 及び I を共に満たす酸素濃度 CO 及び圧力 P の値をそれぞれ求めるようにできる。その手法としては例えば、図11(a)に示されるテーブル220を検索して電流値 I' を満たす CO 及び P の組み合わせを選出し、その選出された CO 及び P の組み合わせにおける I の値について図11(b)のテーブル222を参照する。そして、検出された第二陰電極のポンプ電流値 I と同一の I の値を有する、或いは I に最も近い電流値を示すような CO 、 P の組み合わせをそれぞれ被測定気体の測定値として決定するような演算手法を採ることができる。なお、図9ないし図11に示されるテーブルはいずれも図7の参照情報記憶部55bに格納して備え

ることができる。

【0038】

いずれにしても、算出された圧力に関する情報及び酸素濃度に関する情報を、それぞれ図7の表示制御回路82、83を介して圧力表示部80及び酸素濃度表示部81にそれぞれ出力することができる。なお、本実施例では表示部80、81にて圧力、及び酸素濃度を表示する形態としているがこれに限定されず、例えば、測定された圧力に関する情報及び酸素濃度に関する情報をI/Oポート52より信号として出力するようにしてもよい。この出力形態は種々のものとでき、例えばデジタル信号として、或いはD/A変換を介してアナログ信号として他の種々の装置に送信するようにできる。

【0039】

また、図12のセンサ100は、図1のセンサ1の変形例を示している。センサ1との共通部分には共通の符号を付してその相違点についてのみ説明する。該センサ100においては、2組の陰電極4、4'が陽電極5を共有する形で設けられており、一方(4)が第二陰電極、他方(4')が第一陰電極とされている。本実施例では、本体素子2の幅方向中央に陽電極5が配置され、陰電極4、4'は該幅方向において陽電極5の両側に隣接して配置されている。また、陰電極リード部、気体導入部及び端子等も、それぞれ4a、4a'、6、6'、4c、4c'の2組ずつが設けられている。なお、本構成においては図1の通気孔15は形成されていない。そして、図5の場合と同様に、気体拡散規制部9'には被測定気体が自由拡散状態にて導入されるように口径が調整されて気体導入部6'としての通気孔11が形成されている。そして、通気孔11は気体遮断部3を貫通するとともに被測定気体を陰電極4へ誘導するように形成される。そして、図5と同様に通気孔11の口径は3 μ m以上3000 μ m以下の範囲にて形成できる。

【0040】

また、図13に示されるような構成にしてもよい。この構成では、図11のセンサと同様に陽電極5を共有する形で設けられている。さらに、第一及び第二陰電極4'、4がそれぞれ多孔質材料にて形成されるとともにセンサの側壁から露

出した形態とされ、その露出部より被測定気体を自身の内部に導入可能としている。そして、互いに多孔質体の孔のサイズが異なるものを使用することによりそれぞれの拡散能が異なるようにされている。つまり、各陰電極 4' , 4 は自身によって気体拡散を規制し、気体拡散規制部を兼ねることとなる。

【0041】

図14は、上記した陽極共有型センサを用いたセンサシステムの一例を示すブロック図である。以下、該システム200について、図7のシステム50との共通部分には共通の符号を付し、その相違点について説明する。すなわち、周辺回路50cにおいて、センサ100の陽電極5は定電圧電源101の正極に接続される一方、陰電極4' 及び4は、同じく定電圧電源101の接地された負極に対し、可変抵抗器102, 104（固定抵抗器としてもよい）と電流検出用の抵抗器103, 105を介して接続されている。

【0042】

そして、陽電極5と第一陰電極4' との間に流れるポンプ電流値 I' は、抵抗器103の両端の電圧差の形で、周辺の抵抗器107～110とともに差動増幅器を構成するオペアンプ106に入力され、その出力電圧が検出信号としてA/D変換器120を介してマイクロプロセッサ51に入力される。一方、陽電極5と第二陰電極4との間に流れるポンプ電流値 I は、抵抗器105の両端の電圧差の形で、抵抗器112～115とともに差動増幅器を構成するオペアンプ111に入力される。そして、抵抗器122～125とともに差動増幅器を構成するオペアンプ121は、上記オペアンプ111の出力電圧とオペアンプ106の出力電圧との差を前述の ΔI の検出出力として出力し、これがA/D変換器126を介してマイクロプロセッサ51に入力される。なお、オペアンプ111からの出力電圧値については、オペアンプ121への入力とは別に、A/D変換を介して直接マイクロプロセッサに入力するようにしてもよい（即ち、第二陰電極4にて生成されるポンプ電流に関する情報を独立してマイクロプロセッサに入力するようにできる）。

【0043】

そして、マイクロプロセッサ51は、オペアンプ106からのポンプ電流値 I'

の情報に基づいて、図 9 のテーブルにて酸素濃度を決定でき、更にオペアンプ 121 からの情報（即ち $\Delta I : \Delta I = I' - I$ ）に基づいて図 10 (d) のテーブルにて被測定気体の圧力 P を決定できる。なお、上記したような独立して入力される第二陰電極のポンプ電流 I と第一陰電極のポンプ電流 I' とに基づき、図 9 ないし図 11 に示されるようなテーブルにて圧力を決定することもできる。この決定手法等については上述の手法と同様とできる。その他、決定した酸素濃度、圧力に関する情報の出力手法についても上述したものと同様とできる。また、上記システムにて算出された被測定気体の圧力情報を、当該測定位置における高度情報として、或いは気圧情報として出力するようにすれば高度計、気圧計としての機能が付されるセンサユニットとなる。また、被測定気体の圧力情報が判明していれば、その圧力情報と大気酸素濃度情報に基づき公知の換算式を利用して容易に高度値に変換できる。なお、このような変換可能とする圧力-高度変換テーブルを別途設けるようにしてもよい。

【 0 0 4 4 】

（実施例 1）

以下の方法にて図 8 に示される形状を有するセンサを得た。

ジルコニア (ZrO_2) に安定化として 10 モル% のイットリア (Y_2O_3) を固溶させた粉末に樹脂（本実施例ではアクリル樹脂）を 5 % 程混ぜ、粉末プレスが可能な粉末に造粒した。ここでできた粉末をプレス機にかけプレス成形し、厚さ 0.8 mm、直径 7 mm 程度の本体素子 2（図 8）を成形するとともに本体素子の上下に Pt 電極を印刷し、これを大気中で約 1500℃ にて 2 時間焼成した。そして、アルミナに樹脂（本実施例ではアクリル樹脂）を混ぜた材料をプレス成形して中心に直径 50 μm の孔を形成し、焼成したハウジング（気体遮断部 3：図 8 参照）を用意した。このハウジングの上部にはセンサを 500℃ に暖めるためのヒータを形成しておき、このハウジングを上記 Pt 電極が備えられた本体素子 2 上にガラス封止剤等を用いて接着することで、図 8 に示されるような構造とした。以下の説明においてこれをセンサ A とする。

【 0 0 4 5 】

もう一方のセンサ（これをセンサ B とする）は、上記したハウジング（気体遮

断部3)の孔に、平均粒径 $0.3\mu\text{m}$ のアルミナ粉末と少量のガラスを加え焼成した多孔質体12を設けた。この多孔質12の孔寸法を走査電子顕微鏡にて確認したところ $3000\sim6000\text{\AA}$ であった。そして、これらのセンサA、Bに直流にて電圧 0.8V を印加した。図15に示されるように、酸素濃度(NO_2 体積%)とセンサの出力電流(A)の関係は $-1\text{n}(1-\text{NO}_2/100)$ に対し直線的に変化することが判明した。なお、図15においては縦軸に酸素ポンプ電流値(μA)、横軸に $-1\text{n}(1-\text{NO}_2/100)$ の値(-)について示している。

【0046】

次に、このガスセンサを酸素濃度一定の条件下(大気圧: NO_2 :21体積%)での圧力依存を調べた。センサAは図16のグラフにて示されるように圧力変化に対しあまり影響を受けていなかった。しかし、センサBの方の特性は、図17に示すように圧力依存が大きくなることがわかった。この主たる要因は、前者の気体拡散は、拡散孔(通気孔6':図8参照)が大きく分子拡散が支配的であり、後者は拡散孔(通気孔6:図8)が小さく、酸素分子の拡散が影響を受けるクヌーセン拡散が支配的となっており圧力依存が出ているものと推定される。

【0047】

図18は、上記した圧力異相関陰電極(陰電極4, 4':図8等参照)を有する2つのガスセンサ(センサA, B)において出力電流値に基づく検出酸素濃度差と被測定気体の圧力との関係についてグラフにて示している。このように、定酸素濃度環境下のガスセンサA, Bにおいて、被測定気体の圧力増加に対してセンサA, Bの出力電流値の差はほぼ単調に減少しており、出力電流値の差から被測定気体の圧力値が得られることが確認された。

【0048】

(実施例2)

次に、図13のような形状を有する、即ち陽極共有型形状のガスセンサについての実施例を示す。ジルコニア(ZrO_2)に安定化として10モル%のイットリア(Y_2O_3)を固溶させた粉末に例えばアクリル樹脂などを8%程混ぜ、溶剤を足した泥しょうをドクターブレードにかけ 0.8mm のシート成形し、 5m

m角にカットした物を本体素子（図13参照）として2枚用意する。1枚のシート状にPt電極パターンとして2つの多孔質構造の異なる陰極と共通の陽極電極を印刷する。これらの陰電極4, 4'は多孔質構造にて形成し、両陰電極4, 4'は陰電極と気体拡散制御部とをそれぞれ兼ねた構成とした。図13のごとく一方の検出部の陰電極4及び陽電極5は、Pt粉末だけを印刷した。なお、陰電極における孔寸法は上記同様に3000～6000Åとした。もう一方の陰電極4'にはPt粉末に平均粒径が数 μm （粒径1 μm ～10 μm ）であるアルミナ又はジルコニアを10重量%程度混合したものを印刷した。陰電極4'における多孔質体の孔寸法は5 μm であった。この電極が印刷されたシート（本体素子2）の裏側には、センサを暖めるため、Pt電極でヒータパターンを印刷しヒータ8とした。

【0049】

これに、もう一枚のジルコニアシート（本体素子2）を3つの電極（陰、陽電極）がある面に重ね合わせ、1500℃にて2時間焼成することにより図13に示されるようなガスセンサを得た（これをセンサCする）。即ち、この一体型ガスセンサ（センサC）は2つの陰電極4, 4'を設け、気体拡散規制部における拡散能が大きく異なるように形成し、さらに陽電極5を共通化して構成したのである。そして、個々の陰電極に電圧をかけて各陰電極4, 4'より酸素ポンプ電流を得るとともに、各陰電極からの出力電流値（酸素ポンプ電流値）と被測定気体の圧力との関係を得た。実施例1と同様に、孔寸法が大きい陰電極4'側（即ちアルミナ又はジルコニアを混合した方）は図16のごとく圧力依存がほとんど生じず、他方の陰電極4における酸素ポンプ電流値は図17のごとく圧力依存が大きくなることが判明した。なお、図16及び図17は縦軸に出力電流の酸素濃度換算値（体積%）を、横軸にゲージ圧（kPa）を示している。上記実施例の結果、図8及び図13等のセンサ構成を採ることにより、被測定気体の圧力測定が可能となることが確認された。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明のガスセンサの一例を示す斜視図。

【図 2】

図 1 の A - A 断面図。

【図 3】

本発明のガスセンサの第一の変形例を示す断面図。

【図 4】

図 1 のセンサに使用されるヒータの部分切欠き斜視図。

【図 5】

第一陰電極側の検出部例を示す斜視図及び断面図。

【図 6】

本発明のガスセンサのシステム構成例を簡易的に示すブロック図。

【図 7】

図 6 のシステムの電氣的構成例を詳細に説明するブロック図。

【図 8】

本発明のガスセンサの第二の変形例を示す断面図。

【図 9】

圧力参照テーブルの一例を示す説明図。

【図 1 0】

圧力参照テーブルの別例 1 を示す説明図。

【図 1 1】

圧力参照テーブルの別例 2 を示す説明図。

【図 1 2】

本発明のガスセンサの第三の変形例を示す断面図。

【図 1 3】

本発明のガスセンサの第四の変形例を示す断面図。

【図 1 4】

図 1 2 又は図 1 3 のセンサを用いたセンサシステムの電氣的構成の一例を示すブロック図。

【図 1 5】

酸素濃度と酸素ポンプ電流の関係を示すグラフ。

【図 1 6】

第一陰電極における出力電流酸素濃度換算値と被測定気体ゲージ圧の関係を示すグラフ。

【図 1 7】

第二陰電極における出力電流酸素濃度換算値と被測定気体ゲージ圧の関係を示すグラフ。

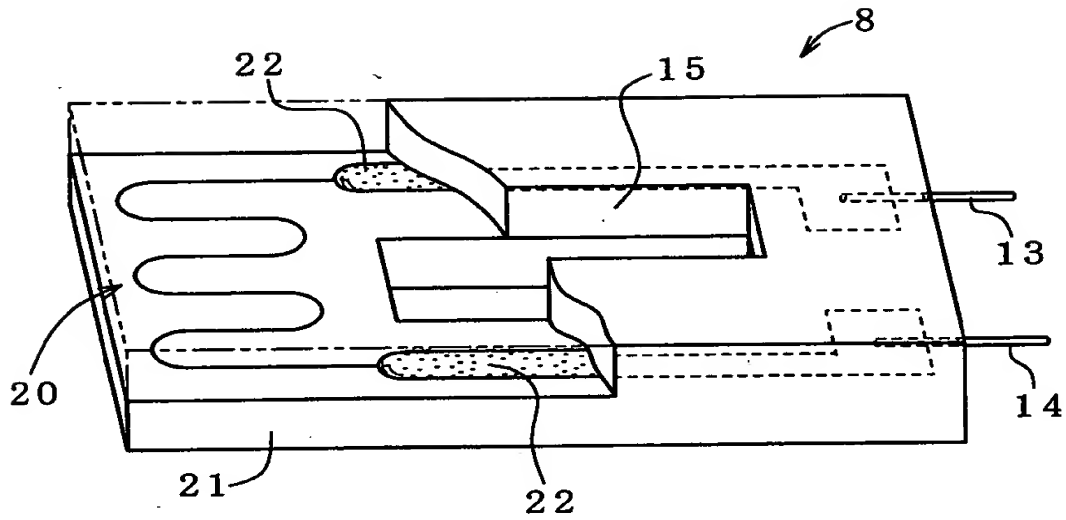
【図 1 8】

第一及び第二陰電極における出力電流酸素濃度換算値差と被測定気体ゲージ圧の関係を示すグラフ。

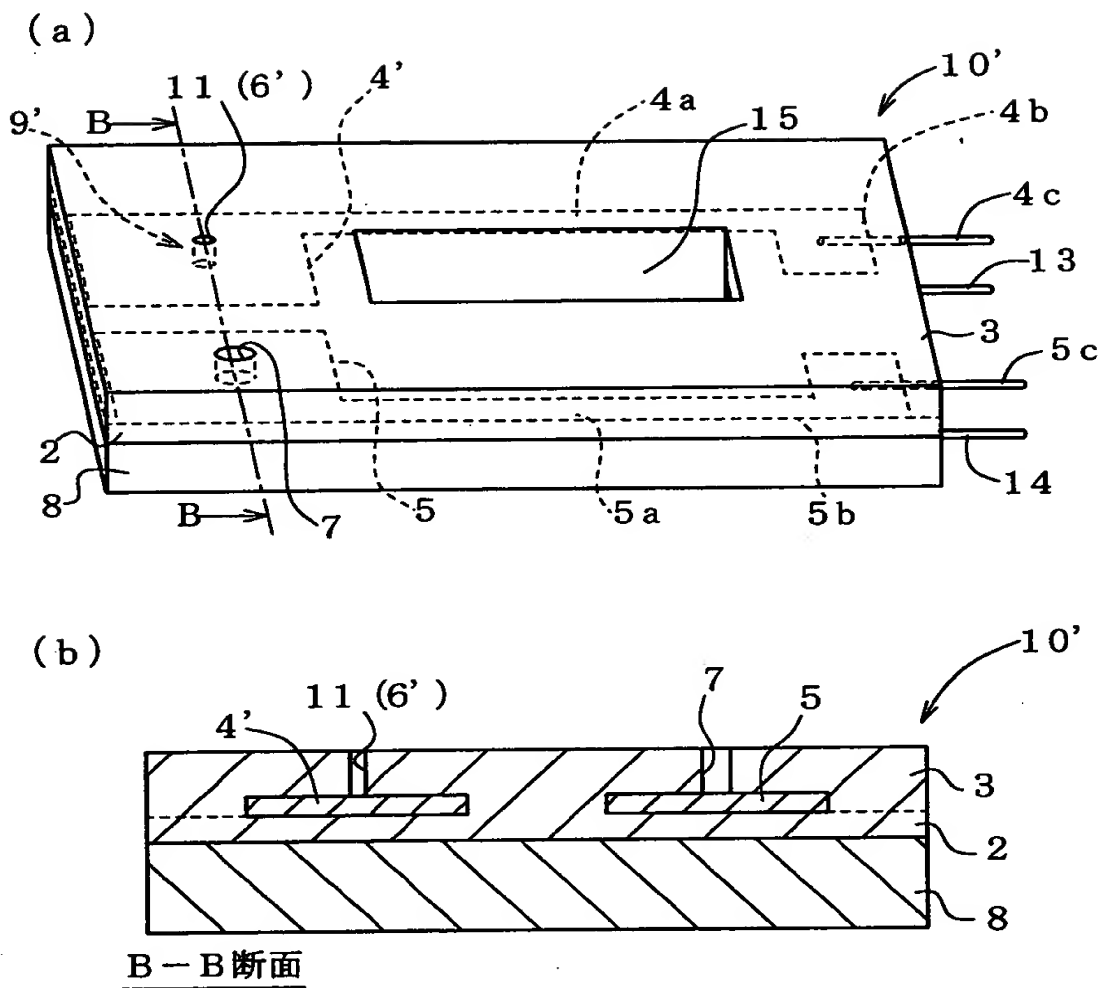
【符号の説明】

- 1, 1 0 0 センサ (ガスセンサ)
- 2 本体素子
- 3 気体遮断部
- 4 陰電極 (第二陰電極)
- 4' 陰電極 (第一陰電極)
- 5 陽電極
- 6, 6' 気体導入部
- 8 ヒータ
- 9, 9' 気体拡散規制部
- 1 0, 1 0' 検出部

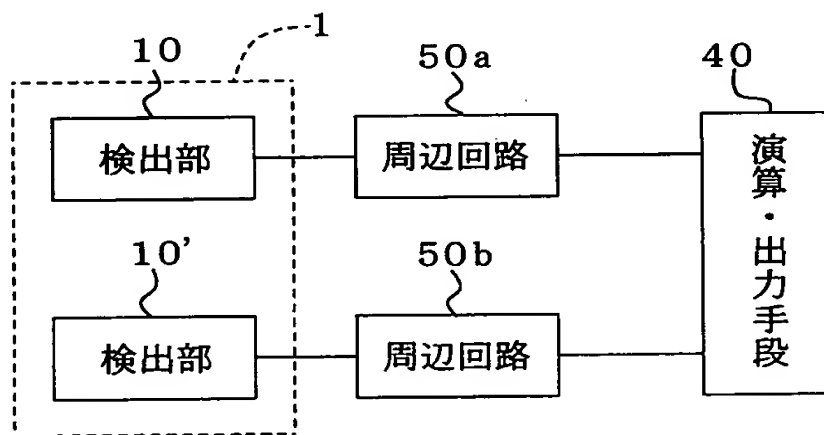
【図4】



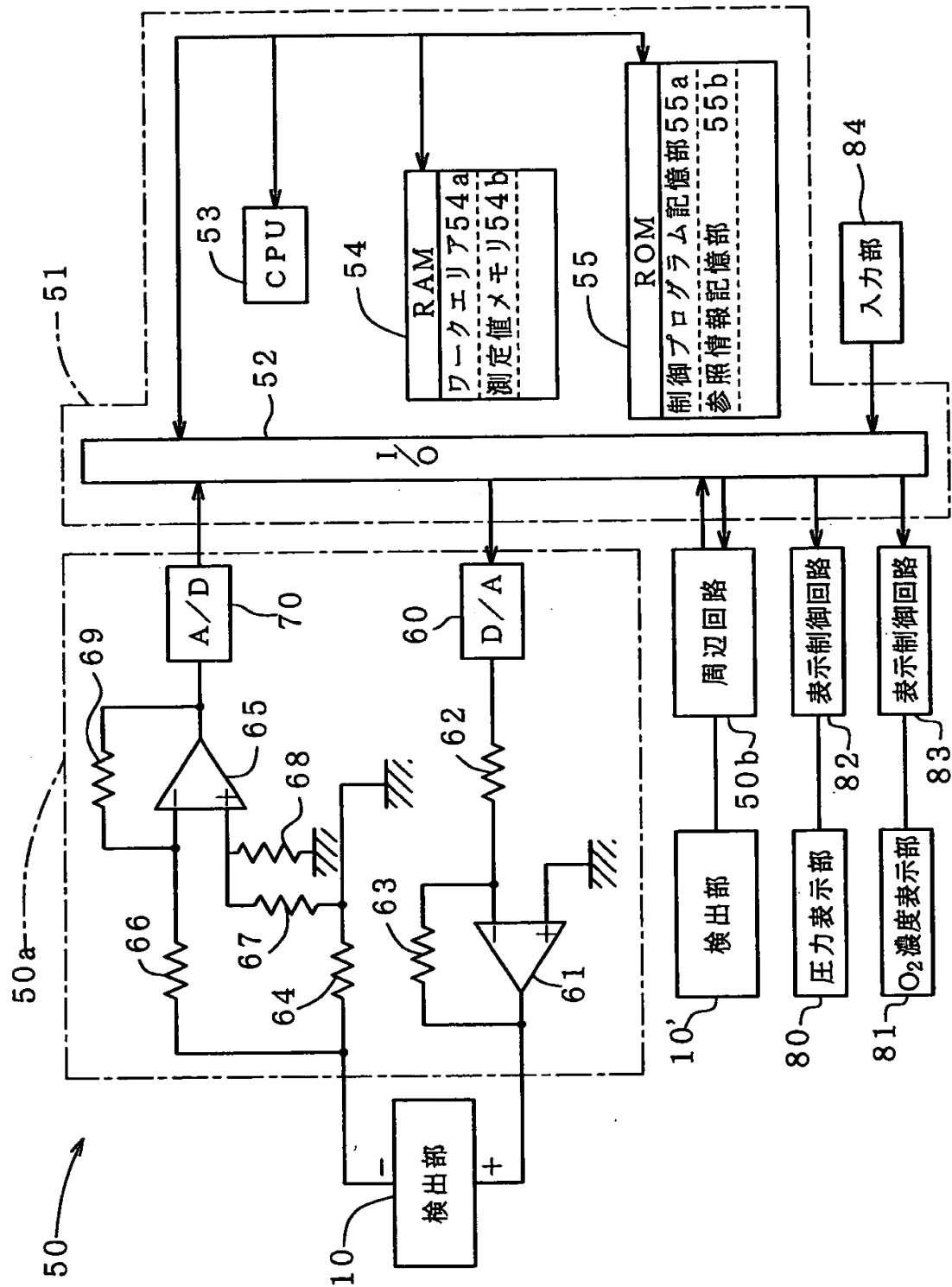
【図 5】



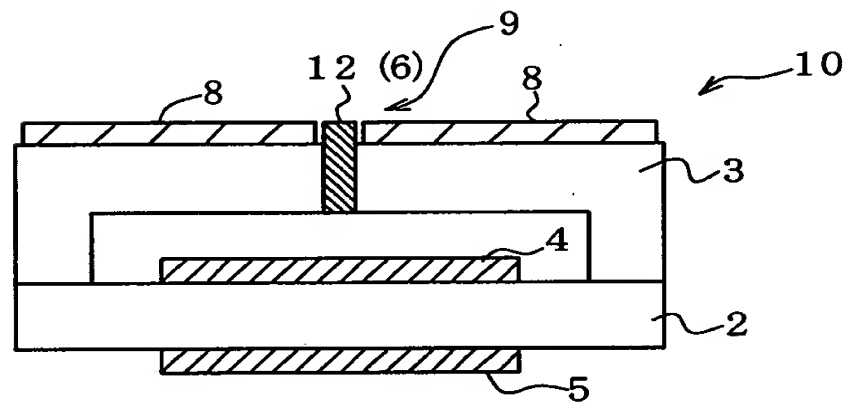
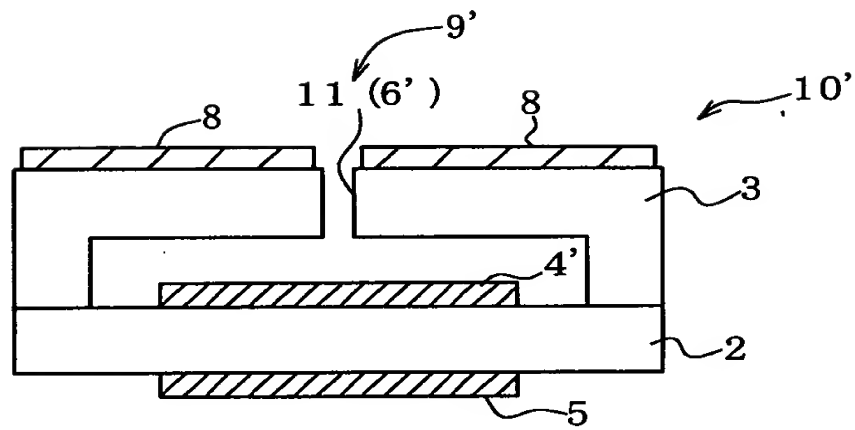
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

208

O ₂ 濃度 = CO'				
ポンプ電流	I ₁	I ₂	I ₃	.....
圧力値	P ₁	P ₂	P ₃	.....

【図 10】

(a) 210

ポンプ電流	I'_1	I'_2	I'_3	.....
O ₂ 濃度 (CO ₁)	CO ₁₁	CO ₁₂	CO ₁₃	.....

(b) 212

ポンプ電流	I_1	I_2	I_3	.....
O ₂ 濃度 (CO ₂)	CO ₂₁	CO ₂₂	CO ₂₃	.....

(c) 214

ΔCO / CO ₁	CO ₁₁	CO ₁₂	CO ₁₃	.....
ΔCO_1	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	.....
ΔCO_2	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	.....
ΔCO_3	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃	.....
⋮	⋮	⋮	⋮	$\Delta CO = CO_1 - CO_2$

(d) 216

ΔI / I'	I'_1	I'_2	I'_3	.....
ΔI_1	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃	.....
ΔI_2	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃	.....
ΔI_3	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃	.....
⋮	⋮	⋮	⋮	$\Delta I = I'_1 - I_2$

【図 11】

(a)

220

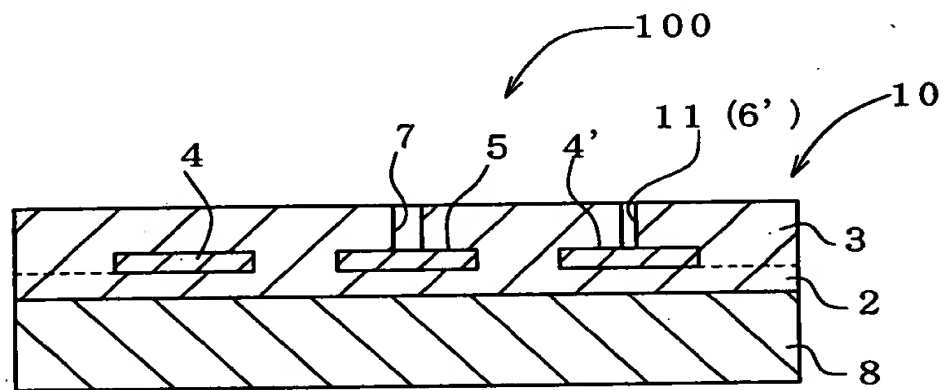
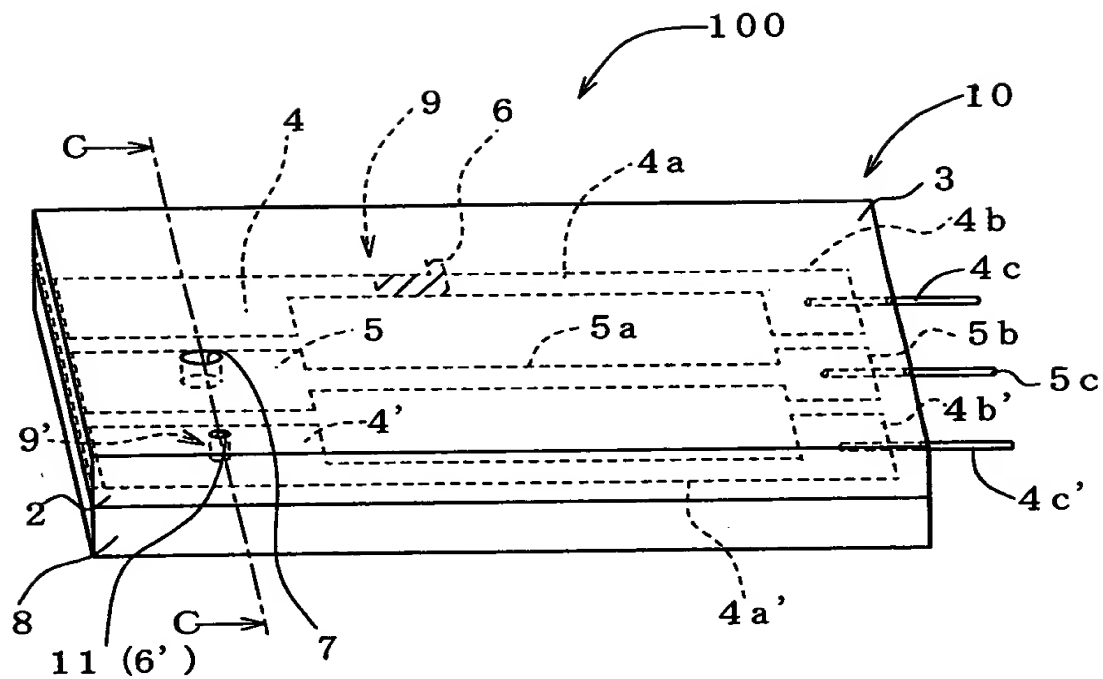
$\begin{array}{c} P \\ \diagdown \\ CO \end{array}$	P_1	P_2	P_3	.....
CO_1	I'_{11}	I'_{12}	I'_{13}	.....
CO_2	I'_{21}	I'_{22}	I'_{23}	.....
CO_3	I'_{31}	I'_{32}	I'_{33}	.....
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	

(b)

222

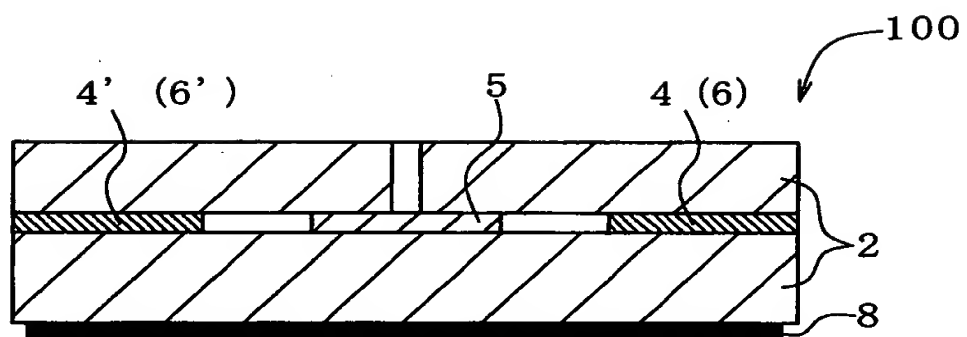
$\begin{array}{c} P \\ \diagdown \\ CO \end{array}$	P_1	P_2	P_3	.....
CO_1	I_{11}	I_{12}	I_{13}	.....
CO_2	I_{21}	I_{22}	I_{23}	.....
CO_3	I_{31}	I_{32}	I_{33}	.....
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	

【図 12】

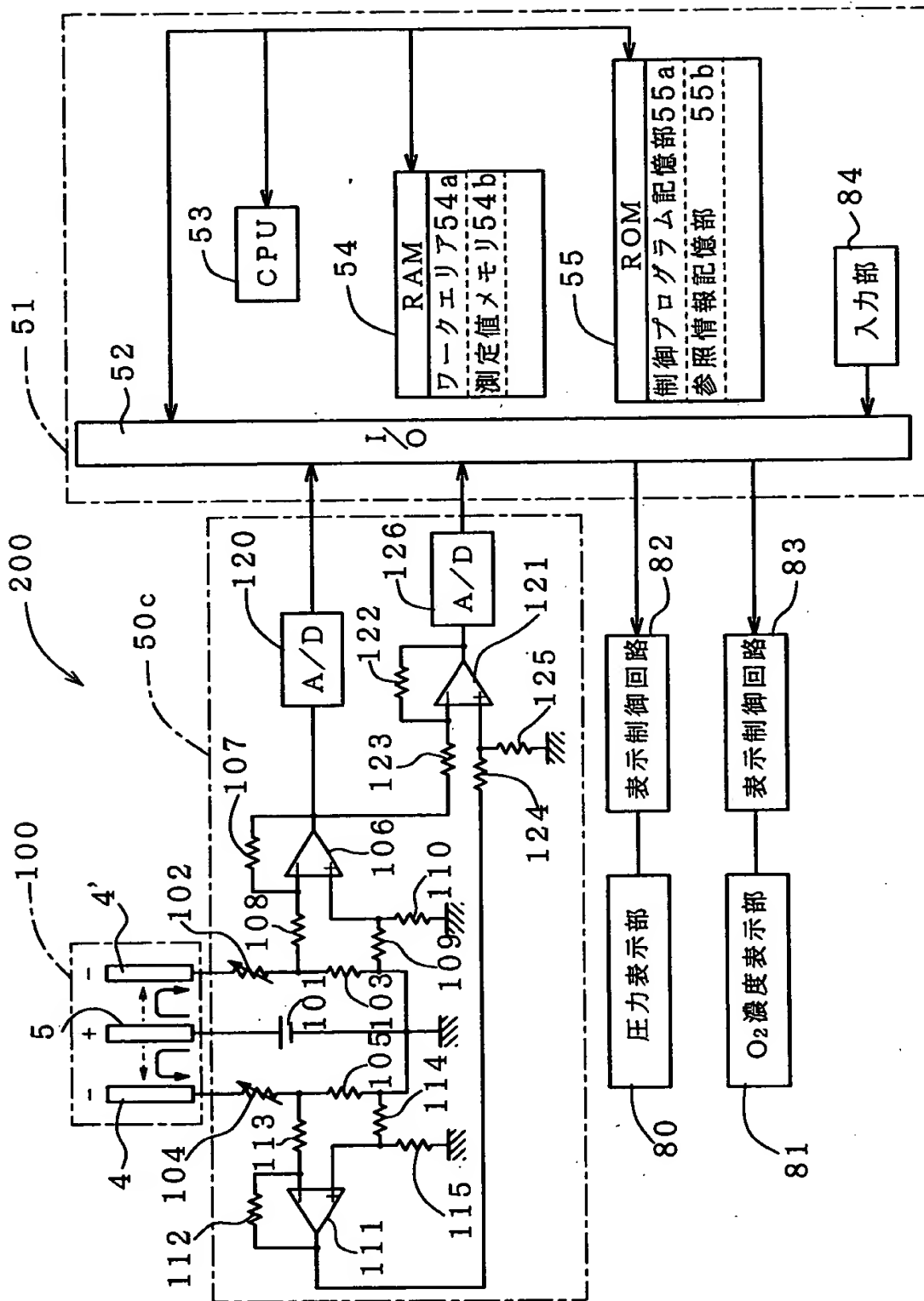


C—C断面

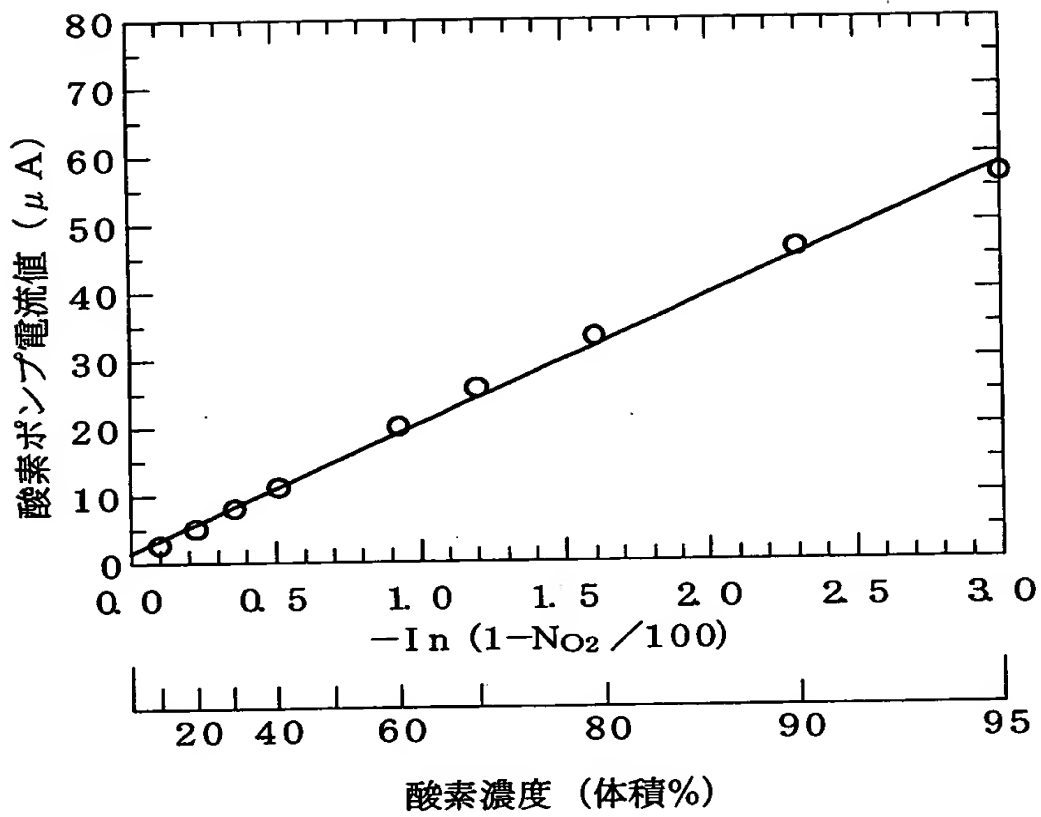
【図 1 3】



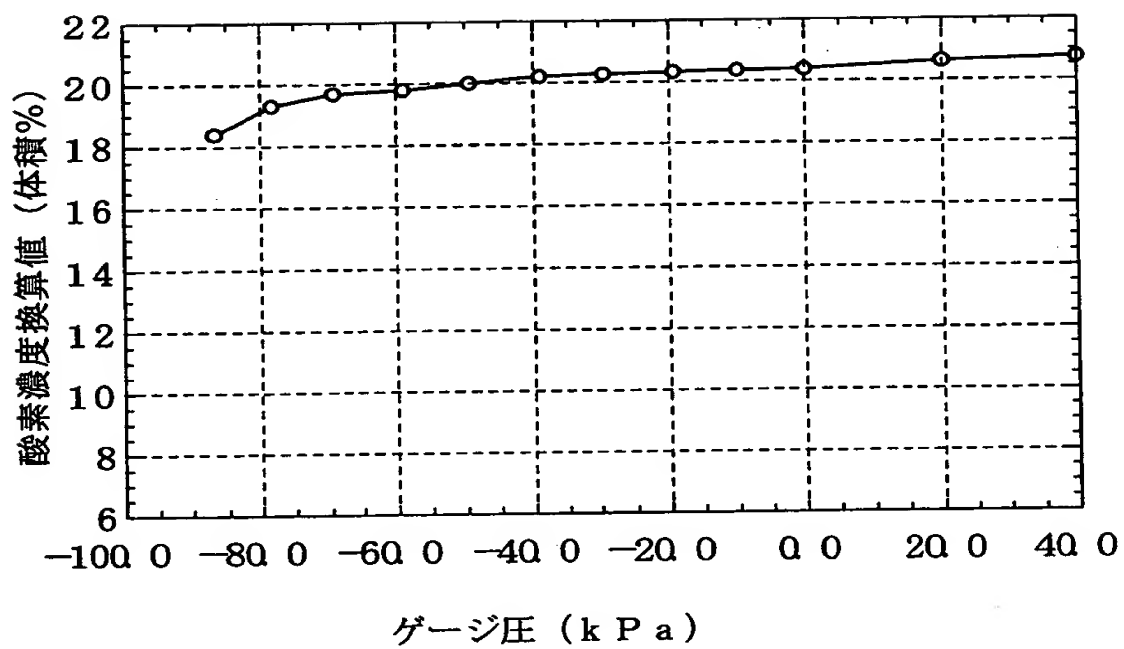
【図14】



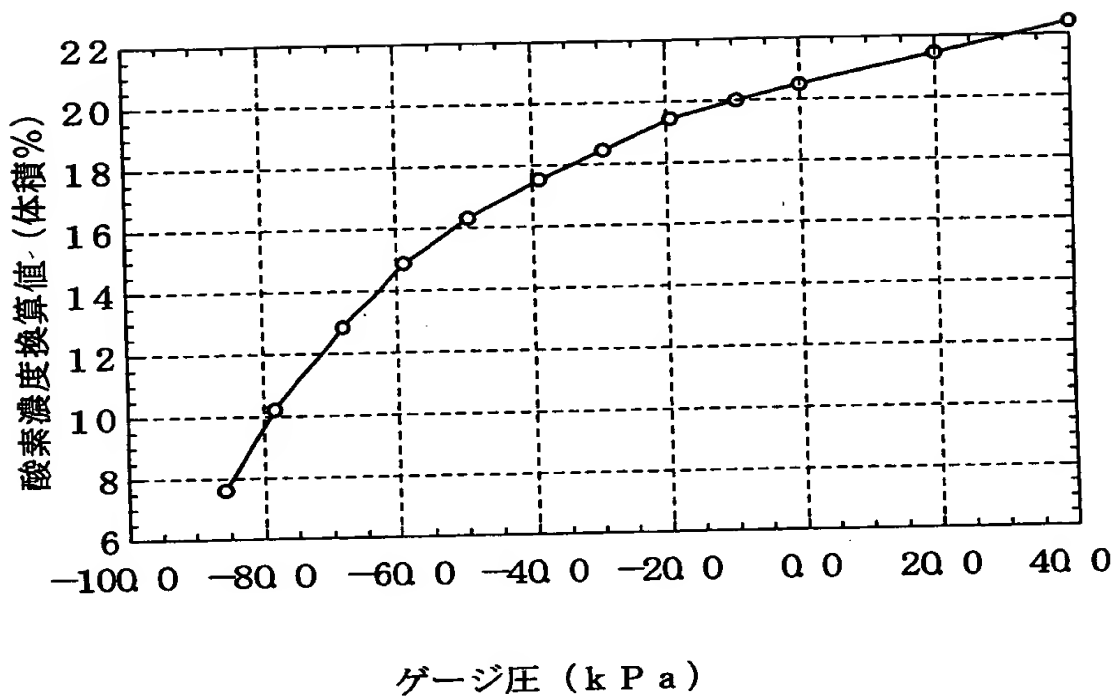
【図 1 5】



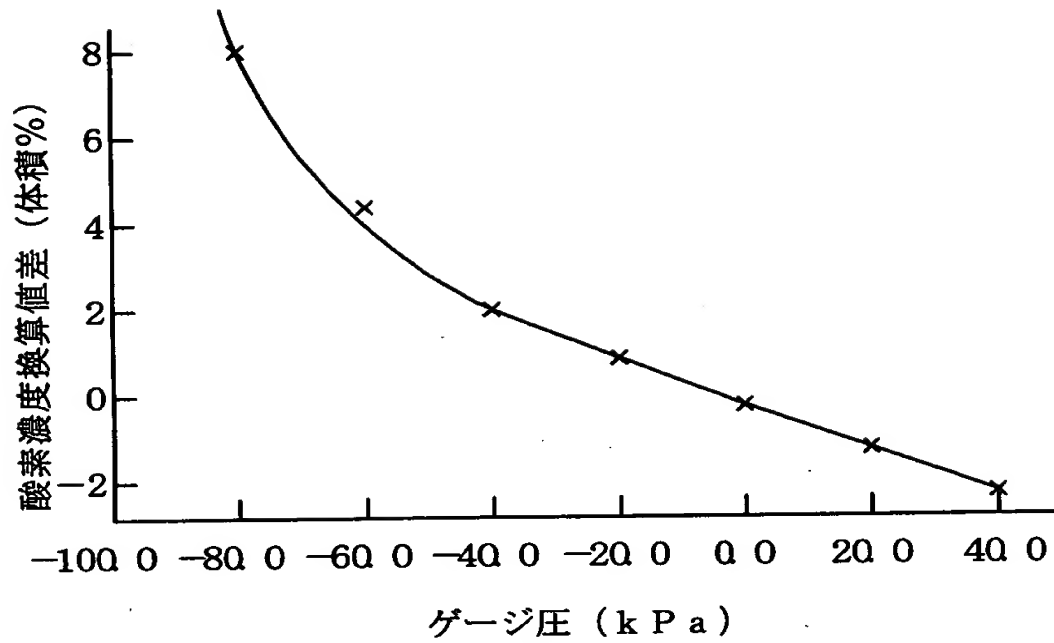
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 被測定気体の圧力を検出可能とするガスセンサ及びそのガスセンサを用いて測定気圧、測定位置高度等の情報を出力するセンサユニットを提供する。

【解決手段】 圧力異相関陰電極として、第一陰電極 4' と、それよりも出力酸素ポンプ電流値の圧力依存性の大きい第二陰電極 4 とを備え、それら第一陰電極 4' 及び第二陰電極 4 の出力酸素ポンプ電流値の差を圧力情報として出力する。それぞれの陰電極 4' , 4 からは被測定気体の酸素濃度及び圧力に依存した出力電流が生成され、その電流値に基づいて被測定気体の圧力値、酸素濃度が検出可能となる。これにより、被測定気体の圧力測定が可能となり、さらに気圧計、高度計等の機能を備えるユニット構成とすることもできる。

【選択図】 図 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004547]

1. 変更年月日 1990年 8月 8日
[変更理由] 新規登録
住 所 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
氏 名 日本特殊陶業株式会社